

Estimativa da Geração de Coprodutos de Processos Agroindustriais e da Mineração e seu Potencial de Fornecimento de Nutrientes para a Agricultura



ISSN 1516-8840

Setembro, 2015

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Clima Temperado
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Documentos385

Estimativa da Geração de Coprodutos de Processos Agroindustriais e da Mineração e do Potencial de Fornecimento de Nutrientes para a Agricultura

*Rosane Martinazzo
Carlos Augusto Posser Silveira
Adilson Luís Bamberg
Clenio Nailto Pillon
Ricardo Alexandre Valgas*

Embrapa Clima Temperado
Pelotas, RS
2015

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Clima Temperado

Endereço: BR 392, Km 78

Caixa postal 403, CEP 96010-971 - Pelotas/RS

Fone: (53) 3275-8100

www.embrapa.br/clima-temperado

www.embrapa.br/fale-conosco/sac/

Comitê de Publicações da Unidade Responsável

Presidente: *Ana Cristina Richter Krolow*

Vice-presidente: *Enio Egon Sosinski Junior*

Secretária-Executiva: *Bárbara Chevallier Cosenza*

Membros: *Ana Luíza Barragana Viegas, Apes Falcão Perera, Daniel Marques Aquini, Eliana da Rosa Freire Quincozes, Marilaine Schaun Pelufê.*

Revisão de texto: *Bárbara Chevallier Cosenza*

Normalização bibliográfica: *Marilaine Schaun Pelufê*

Editoração eletrônica: *Rosana Bosenbecker (estagiária)*

Foto(s) de capa: *Rosane Martinazzo e Carlos Augusto Posser Silveira*

Arte: *Fernando Jackson*

1ª edição

1ª impressão (2015): 100 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Clima Temperado

F339 Estimativa da geração de coprodutos de processos agroindustriais e da mineração e do potencial de fornecimento de nutrientes para a agricultura / Rosane Martinazzo... [et al.]. – Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2015. 48 p. (Documentos / Embrapa Clima Temperado, ISSN 1516-8840 ; 385)

1. Agricultura. 2. Resíduo. 3. Fertilizante.
I. Martinazzo, Rosane. II. Série.

631.8 CDD

©Embrapa 2015

Autores

Rosane Martinazzo

Engenheira-agrônoma, D.Sc. em Ciência do Solo,
pesquisadora da Embrapa Clima Temperado,
Pelotas, RS

Carlos Augusto Posser Silveira

Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Agronomia,
pesquisador da Embrapa Clima Temperado
Pelotas, RS

Adilson Luís Bamberg

Engenheiro-agrícola, D.Sc. em Agronomia,
pesquisador da Embrapa Clima Temperado
Pelotas, RS

Clenio Nailto Pillon

Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Ciência do Solo,
pesquisador da Embrapa Clima Temperado
Pelotas, RS

Ricardo Alexandre Valgas

Estatístico, M.Sc. em Métodos Numéricos em
Engenharia, pesquisador da Embrapa Clima
Temperado, Pelotas, RS

Apresentação

A busca por novos fertilizantes para inserção nos sistemas produtivos assume importância cada vez maior para a agricultura brasileira, pois a dependência de insumos importados representa riscos à sustentabilidade da produção agrícola.

O aumento da demanda interna por fertilizantes, a diminuição da oferta em países tipicamente exportadores, a comercialização sob o domínio de poucas empresas e a oscilação dos preços das matérias-primas utilizadas na fabricação geram instabilidade dos preços dos insumos e insegurança para o setor agrícola.

Esses fatores, aliados aos desafios ambientais e de segurança alimentar, exigem um conjunto de novas abordagens. Uma delas inclui a busca por insumos alternativos, de ocorrência nacional, com concentração de nutrientes e custos de produção satisfatórios e, principalmente, adaptados às exigências de cada sistema produtivo. Os impactos econômicos e sociais do uso dessas fontes certamente contribuirão para a sustentabilidade da agricultura e soberania nacional na produção de alimentos, fibras e energia. Este documento descreve a geração de coprodutos de alguns processos agrícolas, industriais e da mineração no Rio Grande do Sul. Nele estão contempladas estimativas da produção anual de cada fonte e da quantidade dos nutrientes nitrogênio, fósforo e potássio que poderiam ser reincorporados ao sistema produtivo através da reciclagem e ou reutilização. Boa leitura!

Clenio Nailto Pillon
Chefe-Geral
Embrapa Clima Temperado

Sumário

Introdução	9
Estimativa da geração de coprodutos.....	13
Cadeia produtiva do arroz.....	14
Indústria sucroalcooleira.....	15
Cadeia produtiva da mamona	18
Cadeia produtiva do tungue	18
Vitivinicultura	19
Indústria madeireira	20
Esterco bovino, suíno e avícola	21
Indústria pesqueira	22
Indústria carbonífera	23
Extração de pedras preciosas	24
Indústria do calcário	25
Outras fontes minerais	25

**Estimativa da quantidade de nutrientes (NPK) disponíveis
via fontes alternativas26**

Referências 36

Estimativa da Geração de Coprodutos de Processos Agroindustriais e da Mineração e do Potencial de Fornecimento de Nutrientes para a Agricultura

Rosane Martinazzo

Carlos Augusto Posser Silveira

Adilson Luís Bamberg

Clenio Nailto Pillon

Ricardo Alexandre Valgas

Introdução

A crescente demanda por alimentos, biocombustíveis e fibras reforça a importância da agricultura para os mercados locais e mundiais. As projeções feitas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) para o agronegócio brasileiro indicam elevado potencial de crescimento para os próximos anos (BRASIL, 2010). De acordo com o estudo, os produtos mais dinâmicos deverão ser a soja, a cana-de-açúcar, o algodão, a carne de frango e a celulose, com aumento de até 68% e 43% no caso da produção de algodão e de soja, respectivamente. O estudo aponta ainda que o aumento da produção agrícola no Brasil deverá ocorrer com base na produtividade agropecuária e não no aumento de área cultivada, embora seja esperada a expansão de área para algumas culturas, especialmente soja e cana-de-açúcar. Em relação à produção de carnes, as estimativas feitas para 2020 indicam que o Brasil deverá suprir grande

parte do mercado mundial. Isso sugere um aumento na demanda por produtos agrícolas utilizados nas rações animais. Atualmente, a participação nacional nas exportações mundiais é de 14%, 30% e 48% para carne suína, bovina e de frango, respectivamente (BRASIL, 2010).

As culturas com potencial para produção de etanol e biodiesel também terão provável aumento de participação no agronegócio brasileiro, pois a elevada demanda por esses produtos, tanto para o mercado interno como para exportação, tende a estimular a produção (BRASIL, 2010). Isso tem sido evidenciado especialmente com a cana-de-açúcar, pois com a inserção do etanol na matriz energética nacional, através da adição à gasolina e mais recentemente com a popularização dos veículos bicom bustíveis, a cana-de-açúcar tem aumentado sua participação na matriz energética nacional, alcançando 17% (etanol + bagaço) das necessidades brasileiras no uso final de energia em 2008. Outras fontes energéticas que têm merecido atenção são o carvão mineral e seus derivados (CAPELETTO; MOURA, 2010) e os coprodutos orgânicos (ex.: casca de arroz), usados especialmente em termoelétricas locais (MAYER, 2009).

Essa busca por fontes energéticas alternativas se justifica pela crescente demanda anual de energia no país. Em 2008, o consumo brasileiro de energia atingiu 226,39 milhões de Toneladas Equivalentes de Petróleo (TEP) e as projeções indicam que o país consumirá 398,2 milhões de TEP em 2030 (CAPELETTO; MOURA, 2010). Sendo assim, ao se considerar que 226,39 milhões de TEP consumidos em 2008 correspondem a 89% da atual Oferta Interna de Energia (OIE) (CAPELETTO; MOURA, 2010), o Brasil terá que aumentar a OIE em torno de 57% para suprir a demanda estimada de energia para 2030.

Considerando-se essas estimativas de aumento da demanda por alimentos, biocombustíveis e fibras e a consequente necessidade de incremento da produção, pode-se inferir que haverá aumento da demanda por insumos nos próximos anos, especialmente fertilizantes.

Nesse setor o País irá enfrentar grandes desafios, pois a maior parte do total consumido (62%) é proveniente das importações. Especificamente, 76% dos fertilizantes nitrogenados, 43% dos fertilizantes fosfatados e 91% do cloreto de potássio foram importados em 2010 (ANDA, 2011). A baixa produção nacional e a instabilidade dos preços no mercado internacional de fertilizantes fragilizam o posicionamento do Brasil em relação à sustentabilidade de sua produção agrícola e colocam um desafio na prospecção de soluções alternativas neste setor.

Sabe-se que a autossuficiência do Brasil na produção de fertilizantes é difícil de ser alcançada, especialmente no setor de fertilizantes potássicos, pois embora as reservas oficiais de potássio no País apresentem considerável ordem de grandeza (3,5% das reservas mundiais – ano base 2009), as reservas efetivamente explotáveis (lavráveis) são substancialmente inferiores (RODRIGUES et al., 2010), o que torna o Brasil quase totalmente dependente das importações. Contudo, de acordo com estimativas realizadas por estudos anteriores considerando-se a disponibilidade de alguns resíduos orgânicos no Brasil (ABISOLO, 2009), existem possibilidades de diminuição das importações, principalmente de fertilizantes fosfatados e nitrogenados. Os autores do estudo relataram que a cadeia da Indústria de Insumos de Base Orgânica poderia suprir até 40% da demanda total de NPK, reduzindo assim a forte dependência de nutrientes de base estritamente mineral. Com isso, o incremento necessário na produção nacional via exploração das jazidas ou a necessidade de importação seriam consideravelmente menores.

Além dos custos elevados devido à importação, grande parte dos fertilizantes solúveis apresenta outro agravante, que é a inadequação para uso na agricultura orgânica (BRASIL, 2011a). De acordo com Pillon (2006), a oferta de insumos que atendam às exigências e normativas para a produção orgânica e sua certificação, especialmente de fertilizantes e fitoprotetores, está muito aquém

da demanda e, por vezes, funciona como uma barreira técnica à expansão desses sistemas de produção.

Em função das tendências relatadas acima e considerando-se que as mesmas se confirmem, em resumo, pode-se inferir que ocorrerá: a) demanda crescente de energia e aumento do uso da biomassa para sua geração, reforçando a importância do setor agropecuário na produção das fontes energéticas; b) aumento na geração de coprodutos provenientes dos processos industriais como a extração de óleos vegetais e a mineração e consequente necessidade de destinação adequada (econômica e ambientalmente viáveis); c) necessidade de gerenciar riscos e recuperar passivos ambientais; d) demanda por tecnologias que busquem a viabilidade econômica dos sistemas produtivos, aliada à segurança ambiental e à qualidade dos produtos; e) aumento da demanda por produtos provenientes de tecnologias de produção 'mais limpa' e de insumos necessários à produção.

Todas essas demandas envolvem, de alguma forma, a questão da oferta e da diversidade de insumos para o setor agropecuário. A produção agrícola tem demonstrado considerável aumento anual e o setor de fertilizantes nacionais, dentre outros insumos, não tem acompanhado esse crescimento. Com isso, a dependência do país quanto às importações desses produtos tem sido crescente e, segundo estimativas de consultores da MBAgro (MBAGRO, 2007), se a oferta de produtos nacionais não aumentar, o Brasil importará 75% dos fertilizantes nitrogenados, 80% dos fosfatados e 95% dos potássicos em 2025.

Sendo assim, estudos que contemplem a avaliação dos tipos e quantidades disponíveis de coprodutos potencialmente aproveitáveis, as formas de utilização e a eficiência agrônômica dos mesmos devem ser contemplados pela pesquisa. Esse tipo de informação poderia viabilizar o uso dessas matérias-primas, geralmente consideradas

problemas ambientais, aumentar a disponibilidade de fertilizantes para a agricultura e diminuir consideravelmente a dependência do País em relação aos produtos importados.

No caso do Rio Grande do Sul, assim como no restante do País, existem fontes orgânicas com potencial de aproveitamento, como também quantidades significativas de rejeitos da mineração gerados por processos de extração e beneficiamento de pedras preciosas, carvão mineral, calcário e produtos para construção civil, os quais ainda não possuem destinação adequada, mas que podem apresentar valor agrônomo. Contudo, dados relativos às quantidades de resíduos e coprodutos gerados anualmente são difíceis de serem encontrados na literatura ou inexistem. Por isso, o presente estudo teve como objetivo realizar uma estimativa de geração anual de coprodutos das principais atividades de extração de matérias-primas e de processos agroindustriais existentes no Rio Grande do Sul, os quais não possuem destinação específica até o momento, mas apresentam potencial de aproveitamento como fontes de nutrientes. Adicionalmente, as quantidades de nutrientes (N, P e K) que poderiam ser fornecidas através do uso dos coprodutos considerados neste estudo também foram estimadas.

Estimativa da geração de coprodutos

As fontes geradoras de coprodutos consideradas neste estudo foram as cadeias produtivas do arroz, cana-de-açúcar, mamona, tungue, madeira, uva, carne bovina, suína, de aves e de peixe, como também a indústria carbonífera, de produção de calcário e de extração de pedras preciosas. Cabe salientar que neste estudo a denominação coproduto faz referência a todo material proveniente de processos agrícolas e/ou industriais passível de ser reutilizado para outros fins. Essa possibilidade de reaproveitamento é a principal diferença entre coproduto e resíduo, sendo este último definido como material resultante das atividades ou serviços de uma organização e que, pelas

próprias características, não apresenta viabilidade técnica, econômica ou ambiental (ARCELORMITTAL, 2014).

Para a estimativa da quantidade de coprodutos gerada anualmente foi considerada a produção anual das matérias-primas e os dados disponíveis na literatura referentes aos tipos e à proporção de rejeitos gerados pelas fontes avaliadas, conforme descrição detalhada a seguir.

Cadeia produtiva do arroz

Em 2012 foram produzidas no Brasil 11.746.600 toneladas de arroz, das quais aproximadamente 67,5% no Rio Grande do Sul (CONAB, 2013). Os municípios que mais se destacam na produção de arroz localizam-se nas regiões da Fronteira Oeste e Sul do estado, principalmente junto ao Uruguai e na região das lagoas (Figura 2a).

O beneficiamento desse produto gera, basicamente, três tipos de coprodutos: a casca, que representa em torno de 20% do peso de grãos; a cinza que, por sua vez, representa em torno de 20% do peso da casca; e o efluente do processo de parboilização, do qual são gerados 4 litros para cada quilograma de arroz processado (MAYER, 2009; VIEIRA et al., 2011). Com base nestas considerações, estima-se que as quantidades de coprodutos geradas anualmente no Rio Grande do Sul girem em torno de 952 mil t de casca, 126.934 t de cinza e 7.933.400 litros de efluente do processo de parboilização (Tabela 1).

O montante de rejeitos gerados no processamento do arroz nos estados e no País foi estimado em estudo recentemente divulgado pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea) (SCHNEIDER et al., 2012). Contudo, no referido estudo os autores estimaram apenas a geração de casca, sendo em torno de 1.595.888 toneladas para RS. Cabe salientar que essa quantidade é significativamente diferente da encontrada no presente estudo, pois a estimativa apresentada na

Tabela 1 considerou que 40% da quantidade total de casca (neste estudo estimada em 1.586.680 t) seria convertida em cinza. De acordo com Mayer (2009), o uso da casca para geração de calor de processo para secagem e parboilização do grão de arroz pode ser estimado de forma conservativa em até 40% do total gerado, sendo o restante distribuído em áreas de produção agrícola, utilizado como cama em aviários, entre outros usos.

A cinza da casca do arroz possui várias indicações de uso, podendo ser utilizada em substratos para mudas (GUERRINI; TRIGUEIRO, 2004), na construção civil, na indústria química, na fabricação de células fotovoltaicas, entre outros (FOLETTTO et al., 2005). Apesar disso, o aproveitamento em escala industrial ainda apresenta entraves, por isso a utilização em solos agrícolas tem sido a alternativa mais promissora para o aproveitamento deste rejeito.

A destinação final dos coprodutos da cadeia produtiva do arroz foi investigada anteriormente por Sabalsagaray (1998) no Uruguai, onde a autora verificou que 14,6% da casca era aproveitada pela indústria da construção, sendo empregada na produção do cimento Portland, 14,3% era usada como combustível e o restante (71%) era descartado.

Em relação ao efluente resultante da parboilização do arroz, não existem relatos de utilização em larga escala, embora alguns estudos tenham relatado o potencial de uso como fertilizante (VIEIRA et al., 2011). Atualmente, 25% do arroz produzido no Brasil passa pelo processo de parboilização (FARIA et al., 2006; MAYER, 2009) e a quantidade de efluente gerado durante esse processo é bastante significativa (Tabela 1).

Indústria sucroalcooleira

No RS a produção de cana-de-açúcar alcançou 1.503.000 t em 2010 (IBGE, 2010a), sendo apenas pequena parte (95.125 t na safra 2011/12)

processada para produção de etanol, pela usina da Cooperativa dos Produtores de Cana de Porto Xavier (CONAB, 2013). Com o aumento da demanda por etanol (BRASIL, 2010), a publicação do zoneamento agroecológico para o estado em 2009 (MANZATTO et al., 2009) e o desenvolvimento de práticas de manejo e de cultivares adaptadas às condições edafoclimáticas do RS, espera-se que a produção da cana-de-açúcar no RS seja estimulada.

Concomitantemente ao aumento da produção de álcool, também ocorre o aumento da produção de vinhaça, um subproduto oriundo da sua fabricação. A vinhaça é o produto de calda na destilação do licor de fermentação do álcool; é líquido residual, também conhecido regionalmente por restilo ou vinhoto (GIACHINI; FERRAZ, 2009). Segundo Resende et al. (2006), a vinhaça constitui o principal efluente das destilarias de álcool. Para cada litro de álcool são produzidos entre 10 e 18 litros de vinhaça, dependendo das condições tecnológicas da destilaria (ROSSETTO, 1987).

Além da vinhaça, existem outros coprodutos importantes gerados pela cadeia produtiva da cana-de-açúcar, que são o bagaço (resíduo fibroso da extração do caldo pelas moendas), a torta de filtro (resíduo da filtragem do caldo de cana) e a cinza da queima do bagaço. Em geral, o bagaço tem sido utilizado para geração de energia na própria usina (MALAVOLTA, 2001; ABISOLO, 2009), enquanto que a torta, a cinza e a vinhaça têm sido, em parte, aplicadas ao solo como fertilizantes ou condicionadores de solo.

Dados da literatura apontam que para cada tonelada de cana-de-açúcar moída se obtêm em média 80 litros de álcool nas destilarias ou, no caso das indústrias de açúcar, 120 kg de açúcar e 14 litros de álcool (produzido a partir do melaço, principal coproduto da indústria do açúcar) (MEZAROBIA et al., 2010). Nesse processo são produzidos de 240 kg a 280 kg de bagaço e de 20 kg a 40 kg de torta de filtro (ROSSETTO; SANTIAGO, 2013; MEZAROBIA et al., 2010; SILVA et al.,

2007). A partir da queima de uma tonelada de bagaço são produzidos 24 kg de cinza (ABISOLO, 2009; GOBBI et al., 2010). Considerando-se essa proporção de coprodutos gerados e a quantidade de cana-de-açúcar processada pela usina de produção de etanol instalada no RS, estima-se que as quantidades disponíveis de torta de filtro e cinza girem em torno de 3.329 e 639 toneladas por ano, respectivamente (Tabela 1).

O bagaço, embora produzido em quantidades significativas (26.635 t ano⁻¹), não foi considerado neste estudo como potencial fornecedor de nutrientes (Tabela 4), pois já possui outra destinação, especialmente para produção de energia térmica e uso em cama de aviário.

Da mesma forma, a quantidade total de vinhaça produzida anualmente foi estimada (Tabela 1), porém as quantidades de nutrientes (NPK) que poderiam ser fornecidas através do seu uso não foram consideradas devido à variabilidade nos teores de nutrientes apresentada por esse coproduto. Para a estimativa das quantidades geradas de vinhaça foi considerada a produção de etanol na safra 2011/12, sendo em torno 6,6 bilhões de litros (CONAB, 2013), e a geração média de 14 litros de vinhaça por litro de etanol produzido.

O montante de rejeitos estimado no presente estudo foi significativamente menor do que as quantidades estimadas no estudo do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (SCHNEIDER et al., 2012) em função de que a estimativa realizada pelo Ipea considerou a produção total de cana-de-açúcar no estado em 2010 de acordo com os dados do IBGE, enquanto que o presente estudo considerou apenas a quantidade de cana processada pela indústria, de acordo com os dados da Conab (CONAB, 2013), a qual representa apenas 6,3% da produção total, mas fornece uma ideia da quantidade de material potencialmente aproveitável e de fácil acesso.

Cadeia produtiva da mamona

O Brasil produziu 95.183 t de mamona em 2010, porém no RS a produção ainda é pequena, girando em torno de 158 t (IBGE, 2010b). O cultivo dessa oleaginosa no estado teve seu apogeu na década de 1980, mas em função da falta de práticas de manejo e de cultivares adaptadas às condições edafoclimáticas do estado, observou-se um declínio acentuado na produção a partir da safra 2007/08, quando apenas 1.000 hectares foram dedicados ao cultivo da mamona. Contudo, o desenvolvimento de cultivares adaptadas às condições edafoclimáticas do RS e ao manejo mecanizado tendem a estimular a produção da cultura no estado.

A utilização da mamona pela indústria gera alguns coprodutos, os quais apresentam potencial de uso agrícola, como a casca, que representa em torno de 30% do peso da baga, e a torta, da qual são gerados 370 kg por tonelada de baga processada (SILVA et al., 2009; ANTHONISEN et al., 2006).

Com base nessas informações, as quantidades de coprodutos disponíveis no RS estimadas neste estudo foram de 47 t de casca e 63 t de torta (Tabela 1). A utilização desses coprodutos, em especial a torta, tem se mostrado agronomicamente eficiente como fornecedor de nutrientes às plantas (SEVERINO et al., 2007).

Cadeia produtiva do tungue

O tungue é uma planta perene de clima temperado cujo fruto apresenta óleo em elevada quantidade e qualidade. Embora no Brasil essa planta ainda não seja cultivada em grande escala (NAVA et al., 2009), já existem alguns produtores no Rio Grande do Sul que incorporaram a cultura nos sistemas de produção. Atualmente são produzidas 318 toneladas do fruto por ano (IBGE, 2010b).

A extração do óleo das sementes do tungue gera basicamente dois coprodutos importantes: a casca, que corresponde a 50% do peso do fruto, e a torta obtida após a prensagem da semente, que representa 25% do peso do fruto (ÁVILA, 2010). Considerando-se esses dados, estima-se que sejam gerados no RS 159 t de casca e 80 t de torta por ano (Tabela 1).

Vitivinicultura

O Rio Grande do Sul é responsável por cerca de 90% da produção nacional de vinhos, suco de uva e derivados e possui informações detalhadas a respeito da produção e comercialização desses produtos (MELLO, 2011). Sendo assim, a análise dos dados do estado permite também uma boa aproximação do panorama da agroindústria vinícola do país. A produção de uva no RS se concentra nas regiões da Serra Gaúcha e Campanha (Figura 2b).

De acordo com os dados do Instituto Brasileiro do Vinho (Ibravin) e da União Brasileira de Vitivinicultura (Uvibra), compilados por Mello (2011), o RS produziu cerca de 305.439.220 litros de vinho e 273.370.343 litros de suco de uva e derivados no ano de 2011 (Tabela 1).

Segundo dados da indústria, para produzir 100 litros de vinho tinto ou vinho branco são gerados, respectivamente, 25 kg e 31,7 kg de rejeitos. Deste total, em torno de 65% é bagaço (CAMPOS, 2005).

Nesse estudo, para fins de cálculo, considerou-se a produção de rejeitos acima referida e, assim, obteve-se um total estimado de coprodutos de 149.474 t por ano, provenientes da produção de suco de uva (45,7%), vinhos tintos (39,2%), vinhos brancos (14,6%) e vinhos rosados (0,5%) (Tabela 1).

Indústria madeireira

De acordo com os dados do IBGE, em 2009 o RS produziu 7.265.915 m³ de madeira em tora, sendo 36.161 m³ provenientes do extrativismo e 7.229.754 m³ da silvicultura (IBGE, 2009).

A madeira em tora é usada na produção de papel e celulose, no setor moveleiro e para outras finalidades, sendo que a geração de coprodutos em cada atividade varia de acordo com o tipo de madeira, a finalidade e os processos tecnológicos empregados.

No presente estudo, o cálculo da geração de coprodutos considerou as estimativas de rendimento em madeira serrada para Pinus e eucalipto, que gira em torno de 70%, ou seja, uma produção de coprodutos ao redor de 30%, embora nas serrarias de madeira nativa as perdas possam alcançar 50% do volume de toras (ABISOLO, 2009). Em função disso, estima-se que 2.179.775 m³ de coprodutos sejam gerados anualmente no RS (Tabela 1).

Contudo, embora gerados em quantidades significativas, os coprodutos da indústria madeireira não foram considerados potenciais fornecedores de nutrientes neste estudo, ou seja, não foram incluídos nas estimativas das quantidades de NPK que poderiam ser fornecidas via coprodutos (Tabela 4), pois grande parte desses materiais já possui outra finalidade.

No RS, um estudo desenvolvido por Schneider et al. (2003) com as empresas do polo moveleiro de Bento Gonçalves, o qual representa 45% do total do estado, mostrou que 53% dos coprodutos de madeira são revendidos para terceiros, desconhecendo-se o destino final, 25% são reaproveitados, 16,5% são queimados e o restante é doado ou disposto em aterros. Os coprodutos da madeira também têm sido utilizados na confecção de aglomerados e briquetes que são queimados para a geração de energia (LIMA; SILVA, 2005) ou em

camas de aves, suínos, coelhos e outros animais.

Esterco bovino, suíno e avícola

Em 2010 o país apresentou um efetivo de 174.090.818 bovinos (ANUALPEC, 2011), 1.238.912.537 aves (galos, galinhas, frangos e pintos) (IBGE, 2010c) e 39.655.000 suínos (BELING; VENCATO, 2011). Por sua vez, o estado do RS representa em torno de 7,2%, 11% e 17,5% do número total de bovinos, aves e suínos no País, respectivamente. Esses dados, aliados à estimativa da produção média diária de esterco por animal (Tabela 2), permitem calcular a quantidade de coprodutos gerados por estas atividades.

Contudo, cabe salientar que no presente estudo o cálculo da quantidade de esterco bovino não considerou o rebanho efetivo total do RS, mas apenas o número de animais em sistema de confinamento (107.192 cabeças) e semiconfinamento (111.225 cabeças), os quais representam somente uma pequena parte do rebanho (ANUALPEC, 2011), mas fornecem uma ideia da quantidade de material potencialmente aproveitável.

Da mesma forma, o cálculo da quantidade de esterco suíno considerou somente a produção industrial de suínos, que corresponde a 86% do efetivo total, o restante (14%) se deve à produção de subsistência (BELING; VENCATO, 2011).

Para o cálculo da quantidade de esterco potencialmente aproveitável gerada pelas aves, considerou-se apenas a categoria galinhas poedeiras que representa 14% do efetivo total de aves no RS (IBGE, 2010c). Essa categoria de galinhas de postura inclui reprodutoras de todos os tipos (avós e matrizes de corte e postura), além das aves produtoras de ovos de consumo (IBGE, 2010c).

O maior plantel de aves no Brasil é o de frangos de corte, porém essa

categoria não foi considerada neste estudo devido à variabilidade nos sistemas de manejo empregados pelos avicultores (tipo de material orgânico usado na cama das aves, número de lotes por cama, umidade, entre outros).

Apesar das considerações citadas, a quantidade de esterco gerada anualmente em cada uma das categorias analisadas pode ser considerada significativa, totalizando 7.335.933 t (Tabelas 1 e 2). Além disso, o efetivo de bovinos, suínos e aves encontra-se bem distribuído no estado (Figura 1), favorecendo a utilização dos rejeitos.

Cabe salientar que os dados da Tabela 2 diferem dos apresentados em estudos anteriores, sendo a quantidade estimada de esterco em alguns casos comparativamente maior (OLIVEIRA, 1993) ou menor (ABISOLO, 2009) do que a obtida no presente estudo e, portanto, devem ser interpretados com cautela.

Indústria pesqueira

No Brasil, a pesca extrativa (marinha e continental) e a aquicultura (marinha e continental) foram responsáveis pela produção de 1.072.226 t de pescado em 2007. No mesmo período, foram produzidas 48.173 t de pescado no RS, colocando o estado entre os 10 principais produtores (IBAMA, 2007).

Contudo, grande parte do que é produzido pela atividade pesqueira acaba sendo desperdiçado. Do total produzido, mais de 1/3 é considerado rejeito (RODRIGUES, 2010), sendo citadas perdas de até 50% (KRISTINSSON; RASCO, 2000) e 70% em alguns casos (VIDOTTI; GONÇALVES, 2006).

Para os cálculos realizados neste estudo, considerou-se uma produção de rejeito em torno de 1/3 da produção total de pescado. Sendo assim, estima-se que as quantidades anuais geradas no RS girem em torno

de 16.058 t (Tabela 1).

Indústria carbonífera

As reservas conhecidas de carvão no Rio Grande do Sul estão localizadas na região centro-sul (Figura 2c). De acordo com os dados do Departamento Nacional de Produção Mineral, 4.250.367 t de carvão foram retiradas das minas no estado em 2005 (DNPM, 2006).

Considerando-se que a utilização de 1 kg de carvão produz 1 KWh de energia elétrica e gera 0,5 kg de cinzas (KIST, 2010; CGTEE, 2011), pode-se inferir que no referido ano foram produzidas em torno de 2.125.184 t de cinzas no RS (Tabela 1).

Atualmente a cinza do carvão é utilizada principalmente pelo setor da construção civil, porém alguns estudos sugerem que este coproduto tem potencial de uso nas indústrias cerâmica, de filtros, de blocos e tijolos, bem como para base na pavimentação de rodovias (SABEDOT et al., 2011) e na agricultura.

Dependendo da forma como é realizada, a exploração do carvão gera outros coprodutos como, por exemplo, os rejeitos minerais descartados durante a extração do carvão e o resíduo do processo de dessulfurização de gases. Porém, não foi possível estimar a quantidade gerada desses coprodutos devido à falta de informações detalhadas relativas ao rendimento do processo em cada mineradora. Cabe salientar que a exploração e, conseqüentemente, a geração de rejeitos varia conforme a posição da camada de carvão em relação à superfície do solo, podendo a mineração ser a céu aberto ou em túneis. No caso do RS, a quase totalidade da exploração é feita a céu aberto (CRM, 2011) havendo, nesse caso, a existência dos rejeitos minerais das camadas localizadas acima do carvão e que são removidas durante a exploração do mesmo.

Extração de pedras preciosas

O Brasil é uma das principais províncias gemológicas do mundo e tem sido, ao longo dos anos, um grande produtor e exportador de pedras preciosas. Estima-se que o Brasil seja responsável pela produção de cerca de 1/3 do volume das gemas do mundo, excetuados o diamante, o rubi e a safira (IBGM, 2010).

O Rio Grande do Sul é um dos maiores produtores brasileiros de pedras preciosas e um dos mais importantes produtores mundiais de ágata e ametista. Segundo o Instituto Brasileiro de Gemas e Metais Preciosos (IBGM), o RS é o segundo maior exportador brasileiro de gemas brutas e lapidadas, só perdendo para Minas Gerais. Por isso, a avaliação da quantidade de rejeitos da exploração de pedras preciosas no estado permite boa aproximação do panorama do setor no País.

A ametista gaúcha provém principalmente de Ametista do Sul (principal produtor), Iraí, Frederico Westphalen, Rodeio Bonito, Cristal do Sul, Planalto, Trindade do Sul e Gramado dos Loureiros, e a ágata é proveniente de Salto do Jacuí, Lagoão, Fontoura Xavier, Progresso e Nova Brescia (BRANCO, 2011) (Figura 2d).

A Cooperativa de Garimpeiros do Médio Alto Uruguai (Coogamai), de Ametista do Sul, RS, representa 153 locais de extração distribuídos em oito desses municípios. De acordo com o Engenheiro de Minas da Coogamai, Anderson Oliveira da Silva, a produção de rejeitos nesses garimpos de extração de ágata e ametista é de grande porte. Em geral, para cada 1 kg de geodo são gerados 30 m³ de material mineral rejeitado. Em função disso, pode-se inferir que em torno de 28 mil toneladas de rejeitos por mês (336.000 t ano⁻¹) são geradas na região (Tabela 1). Na maioria das vezes, o material é descartado em encostas e taludes próximos da área de abrangência da cooperativa em Ametista do Sul e outros seis municípios do Médio Uruguai (CORREIO DO POVO, 2011).

Esses rejeitos da mineração têm sido testados como fonte de nutrientes para diversas culturas agrícolas em experimentos realizados pela Embrapa Clima Temperado e têm mostrado resultados promissores (BAMBERG et al., 2012; RIBES et al., 2012; GRECCO et al., 2013).

Indústria do calcário

As reservas de calcário encontram-se na Metade Sul no estado (Figura 2d) e a lavra ocorre basicamente a céu aberto sendo as camadas sobrejacentes às de calcário, com soma de CaO + MgO abaixo dos limites considerados adequados para a empresa de mineração, geralmente descartadas durante a lavra. Além disso, rochas carbonáticas com soma de CaO e MgO abaixo de 38% não se adequam à legislação de calcários agrícolas (BRASIL, 1986). Em função disso, quantidade significativa de material mineral tem sido rejeitada pela indústria do calcário, porém certamente apresentam potencial de aproveitamento para os sistemas produtivos agrícolas.

Em 2009 a produção bruta de calcário no RS foi de 1.793.000 t (ABRACAL, 2011). Como o rendimento da extração de calcário é de aproximadamente 70% (FIGUEIREDO, 2001), estima-se que sejam geradas anualmente em torno de 537.900 t de massa mineral rejeitada (Tabela 1).

Outras fontes minerais

Atualmente os órgãos de pesquisa e de produção de fertilizantes têm buscado novas fontes minerais nacionais para a fabricação de fertilizantes. As pesquisas têm sido incentivadas e o uso de agrominerais para uso na agricultura é considerada estratégica pelo governo federal. A diretriz consta no Plano Nacional de Mineração 2030, lançado pelo Ministério de Minas e Energia (BRASIL, 2011b).

No RS, assim como nos demais estados do país, existem reservas minerais conhecidas e ainda não exploradas, muitas vezes por não apresentarem viabilidade econômica ou possuírem restrições ambientais e/ou de logística. Além disso, quantidades significativas de material mineral têm sido rejeitadas em minas atualmente exploradas por não atenderem às exigências do mercado para o qual são destinadas. A esses materiais os pesquisadores têm destinado especial atenção, pois a utilização poderia diminuir o passivo ambiental dessa atividade e aumentar a oferta e diversidade de insumos agrícolas aos produtores.

Os resultados obtidos até o momento indicam que muitos coprodutos da mineração possuem eficiência agrônômica satisfatória e vantagens ambientais quando comparados aos fertilizantes concentrados solúveis (FERNANDES et al., 2010; BAMBERG et al., 2011; SILVEIRA, 2012; BAMBERG et al., 2013). Contudo, não se sabe ao certo a quantidade de material disponível, devido à falta de informações a respeito do volume de rejeito mineral gerado pelas empresas do setor, muito embora dados das ocorrências minerais no país estejam disponíveis (DNPM, 2006).

Estimativa da quantidade de nutrientes (NPK) disponível via fontes alternativas

As quantidades totais de coprodutos estimadas para o Rio Grande do Sul giram em torno de 13,8 milhões de toneladas de material sólido por ano e 99 milhões de litros de efluentes (vinhaça e efluente do processo de parboilização do arroz).

Contudo, esses valores apresentam significado limitado para o setor agrícola caso os teores de nutrientes contidos em cada coproduto não sejam considerados. Em função disso, dados médios da composição química das matérias-primas avaliadas (Tabela 3) foram utilizados para se estimar a quantidade de nutrientes presentes em cada fonte e,

então, calcular o potencial de suprimento da demanda de NPK no Rio Grande do Sul via coprodutos de processos agroindustriais (Tabela 4).

Os resultados apontam que quantidades significativas de nutrientes poderiam ser reincorporadas aos sistemas produtivos através da utilização dos coprodutos avaliados neste estudo, os quais atualmente não possuem destinação específica. Pode-se inferir que os esterços são os coprodutos que apresentam maior potencialidade de uso devido à quantidade gerada e à concentração de nutrientes presentes (Tabelas 1 e 3).

As quantidades estimadas de nutrientes nos coprodutos totalizaram 63.065 toneladas N, 51.243 toneladas P_2O_5 e 155.263 toneladas K_2O por ano. Tendo como base o consumo de NPK no ano de 2010 (CUNHA et al., 2010; ANDA, 2010) e considerando o índice médio de eficiência dos nutrientes nos materiais orgânicos (50% para o N, 80% para o P e 100% para o K) (CQFS, 2004), pode-se inferir que em torno de 7,2%, 9,0% e 35,1% do consumo de fertilizantes nitrogenados, fosfatados e potássicos no Rio Grande do Sul, respectivamente, poderia ser suprido via fontes alternativas (Tabela 4).

Cabe salientar que os valores apresentados neste estudo são estimativas baseadas nos dados de produção anual, geração de coprodutos e composição química média disponíveis na literatura e, portanto, devem ser interpretados com cautela. A quantidade real disponível de coprodutos aproveitáveis e respectivos nutrientes é difícil de ser contabilizada devido à variabilidade das características de cada material e, muitas vezes, à falta de dados das quantidades geradas em cada processo. Apesar disso, pode-se inferir que o estado tem potencial para suprir parte da demanda de fertilizantes via fontes alternativas de fertilizantes. Contudo, o empenho da pesquisa, o aporte de investimentos para o beneficiamento desses insumos e o incentivo à utilização pelo setor agrícola serão necessários.

Tabela 1. Produção agrícola anual, tipo e quantidade estimada de coprodutos das cadeias produtivas de arroz, cana-de-açúcar, mamona, tungue, uva, madeira, carne bovina, suína, de aves e de peixe, da indústria carbonífera, extração de pedras preciosas e produção de calcário no Rio Grande do Sul. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2013.

Produto	Produção anual	Tipo de coproduto	Base de cálculo	Coprodutos
Arroz ¹	7.933.400 t	casca	20% do peso de grãos	952.000 t
Arroz parboilizado ²	1.983.350 t	cinza	20% do peso da casca	126.934 t
Cana-de-açúcar ³	95.125 t	efluente	1 kg arroz ≈ 4 L efluente	7.933.400 L
		torta de filtro	35 kg t ⁻¹ cana	3.329 t
		bagaço	280 kg t ⁻¹ cana	26.635 t
		cinza	16,5 kg t ⁻¹ cana	639 t
Etanol (safra 2011/12) ³	6.575.000 L	vinhaça	1 L álcool ≈ 14 L vinhaça	92 milhões L
Mamona – baga ⁴	158 t	torta	350 a 450 kg t ⁻¹ baga	63 t
Tungue - fruto seco ¹	318 t	casca do fruto	30% do peso da baga	47 t
		casca	50% do peso do fruto	159 t
		torta	25% do peso do fruto	80 t
Vinhos finos brancos ⁵	22.739.426 L	bagaço e borras	100 L ≈ 31,7 kg	7.208 t
Vinhos finos tintos ⁵	24.104.740 L	bagaço e borras	100 L ≈ 25 kg	6.026 t
Vinhos finos rosados ⁵	754.305 L	bagaço e borras	100 L ≈ 31,7 kg	239 t
Vinhos mesa brancos ⁵	46.007.504 L	bagaço e borras	100 L ≈ 31,7 kg	14.584 t
Vinhos mesa tintos ⁵	210.113.358 L	bagaço e borras	100 L ≈ 25 kg	52.528 t
Vinhos mesa rosados ⁵	1.719.887 L	bagaço e borras	100 L ≈ 31,7 kg	545 t
Suco uva concentrado ⁵ (*)	147.821.620 L	bagaço e borras	100 L ≈ 25 kg	36.955 t

Produto	Produção anual	Tipo de coproduto	Base de cálculo	Coprodutos
Suco uva integral ⁵	39.487.800 L	bagaço e borras	100 L ≈ 25 kg	9.872 t
Outros derivados da uva ⁵	86.060.923 L	bagaço e borras	100 L ≈ 25 kg	21.515 t
Madeira em tora ⁶	7.265.915 m3	industriais e florestais	30% do volume de toras	2.179.775 t
Bovinos ⁷	218.417 cabeças	esterco	12,5 kg animal ⁻¹ dia ⁻¹	996.528 t
Suínos ⁸	5.947.949 cabeças	esterco	2,4 kg animal ⁻¹ dia ⁻¹	5.210.403 t
Galinhas ⁹	20.621.045 cabeças	esterco	0,15 kg animal ⁻¹ dia ⁻¹	1.129.002 t
Pesca extrat./aquiticultura ¹⁰	48.173 t	rejeitos	1/3 da produção total	16.058 t
Carvão mineral (t) ¹¹	4.250.367 t	cinza	500 g cinza kg ⁻¹ carvão	2.125.184 t
Pedras preciosas ¹²	-	rejeito mineral	28.000 t rejeito mês ⁻¹	336.000 t
Calcário ¹³	1.793.000 t	rejeito mineral	rendimento extração ≈ 70%	537.900 t

¹Fonte: CONAB (2013).

²O arroz parboilizado representa 25% do total de arroz produzido. Fonte: FARIA et al. (2006).

³Fonte: CONAB (2013).

⁴Fonte: IBGE (2010b).

⁵Fonte: MELO (2011). (*)Transformados em litros de suco simples.

⁶Considerou-se apenas a produção de madeira em tora. Fonte: IBGE (2009).

⁷Fonte: ANUALPEC (2011).

⁸Fonte: BELING; VENCATO (2011).

⁹Fonte: IBGE (2010c).

¹⁰Fonte: IBAMA (2007).

¹¹Total de carvão retirado das minas no RS em 2005. Fonte: DNPM (2006).

¹²Fonte: CORREIO DO POVO (2011).

¹³Fonte: ABRACAL (2011).

É possível que, em alguns casos, o uso desse tipo de matéria-prima como insumo agrícola esbarre em questões de disponibilidade, logística, retorno econômico em curto prazo e ausência de informações e recomendações técnicas sistematizadas. Apesar disso, a utilização poderia ser indicada, pelo menos, nos seguintes casos: 1) em sistemas produtivos de pequenas e médias propriedades, especialmente aquelas localizadas nas proximidades das fontes das matérias-primas; 2) em sistemas de produção orgânica, os quais possuem limitações quanto ao uso de fertilizantes concentrados solúveis; 3) para o cultivo de espécies florestais e frutíferas; 4) em associação com os fertilizantes concentrados solúveis em diversos níveis, dependendo do tipo de solo, de cultura e das condições regionais (clima, disponibilidade das matérias-primas, preços dos insumos convencionais, etc.).

É importante ressaltar que o uso de coprodutos na agricultura deve ter como princípio a regionalização, isto é, os locais de uso devem estar próximos (um raio máximo em torno de 150 km) da fonte geradora, para que os custos com transporte não inviabilizem a utilização. Portanto, o uso desse tipo de fonte de nutrientes deve estar em consonância com a lógica dos arranjos produtivos locais (SILVEIRA, 2012). Esse princípio da regionalização certamente não será fator impeditivo para o uso de fontes alternativas de nutrientes no Rio Grande do Sul, pois as fontes geradoras de coprodutos se apresentam bem distribuídas em todo o estado (Figuras 1 e 2).

Tabela 2. Número de animais, produção diária e produção anual estimada de esterco no Rio Grande do Sul. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2013.

Categoria	Nº de animais (cabeças)	Produção de Esterco	
		(kg animal ⁻¹ dia ⁻¹) ⁴	(t ano ⁻¹)
Bovinos ¹	218.417	10 – 15	996.528
Suínos ²	5.947.949	2,3 – 2,5	5.210.403
Aves de postura ³	20.621.045	0,12 – 0,18	1.129.002
Total	26.787.411	-	7.335.933

¹Sistema de produção em confinamento e semiconfinamento. Fonte: ANUALPEC (2011).

²Fonte: BELING; VENCATO (2011).

³Fonte: IBGE (2010c).

⁴Base sólida. Fonte: OLIVEIRA (1993).

Tabela 3. Teor médio de nutrientes dos principais coprodutos de processos agroindustriais e da mineração disponíveis no Rio Grande do Sul. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2013.

Coproduto	N	P (%)	K
Arroz (casca) ^{1,4}	0,3-0,8	0,1-0,3	0,3-0,4
Arroz (cinza) ²	-	0,7	0,9
Arroz (efluente parboilização) ³	0,0054	0,0064	0,0016
Cana (vinhaça) ⁴	0,08	0,02	0,6
Cana (torta de filtro) ⁴	2,1	1,0	1,0
Cana (bagaço) ⁴	1,0	0,09	0,7
Cana (cinza do bagaço) ⁶	-	3,6	7,5
Carvão mineral (cinza) ⁷	0,02	0,02	0,8
Esterco bovino ⁵	0,6	0,2	0,5
Esterco suíno ⁵	0,5	0,2	0,3
Esterco aves ⁵	2,4	0,7	1,0
Mamona (torta) ^{4,9,10}	5,4-7,5	0,8-3,1	0,7-1,2
Mamona (casca) ^{4,10}	1,2-1,9	0,1-0,3	1,5-4,5
Rejeitos da madeira ^{4,11}	0,1-1,0	0,04-0,1	0,1-0,3
Tungue (casca) ^{4,12}	0,3-0,7	0,08-0,1	2,6-6,1
Tungue (torta) ¹³	2,7	0,6	3,6
Vitivinicultura (bagaço, engaço e sementes após extração do mosto) ¹⁴	0,4	0,08	0,5
Vitivinicultura (borra retirada por centrifugação do mosto bruto) ¹⁴	0,5	0,04	10,1

¹Fonte: PINHEIRO et al. (2007). ²Fonte: DELLA et al. (2001). ³Fonte: FARIA et al. (2006); FELIPI; ZANOTELLI (2011); VIEIRA et al. (2011). ⁴Fonte: Embrapa Informática Agropecuária (2011). ⁵Fonte: OLIVEIRA et al. (1993). ⁶Fonte: CORDEIRO et al. (2009). ⁷Fonte: MARTINS (2001). ⁸Fonte: Alaska Fisheries Development Foundation (2011); ARVANITOYANNIS; KASSAVETI (2008); VIDOTTI; GONÇALVES (2006); SANTOS (2000). ⁹Fonte: SILVA et al. (2010). ¹⁰Fonte: LIMA et al. (2008). ¹¹Fonte: GRAÇA; CAMPOS (1986). ¹²Análise realizada no Laboratório de Nutrição Vegetal, Embrapa-CPACT (Março 2009). ¹³Análise realizada no Laboratório de Nutrição Vegetal, Embrapa-CPACT (Julho 2008). ¹⁴Fonte: FERRARI (2010).

Tabela 4. Consumo e importação de fertilizantes (ano base 2010), estimativa da disponibilidade anual e potencial de suprimento da demanda de nutrientes por coprodutos de processos agroindustriais e da mineração no Rio Grande do Sul. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2013.

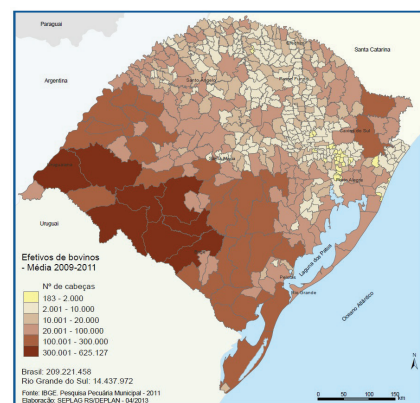
	N	P2O5	K2O
Fertilizantes entregues ao consumidor (t) ¹	435.327	456.631	442.171
Importação de produtos intermediários(t) ¹	504.831	460.285	540.489
Importação de matérias-primas (t) ¹	5.755	202.431	-
Importação total (t) ¹	510.586	662.716	540.489
Coprodutos – disponibilidade estimada (t) ²	63.065	51.243	155.263
Índice médio de eficiência dos adubos orgânicos ³	0,5	0,8	1,0
Suprimento da demanda por coprodutos (%) ⁴	7,2	9,0	35,1

¹Fonte: ANDA (2010).

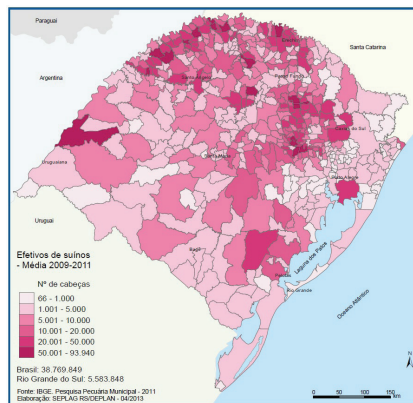
²Estimativa realizada em função das fontes de coprodutos consideradas na Tabela 1.

³Fonte: CQFS (2004).

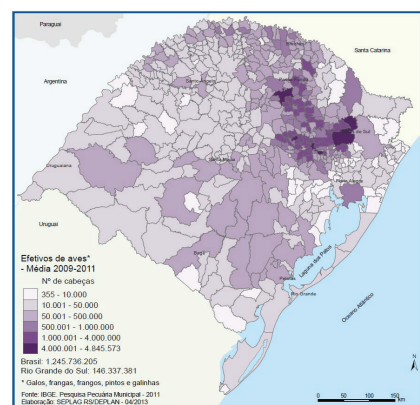
⁴Estimativa da quantidade de fertilizantes consumidos que poderia ser suprida via utilização dos coprodutos considerados no estudo. O cálculo levou em consideração o índice de eficiência dos adubos orgânicos.



(A)



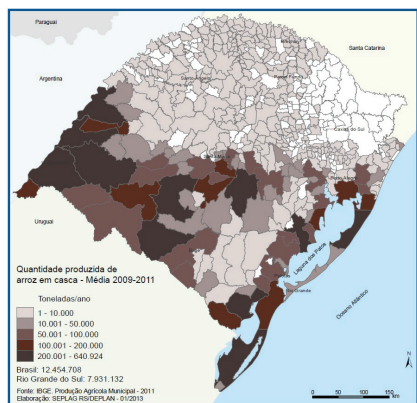
(B)



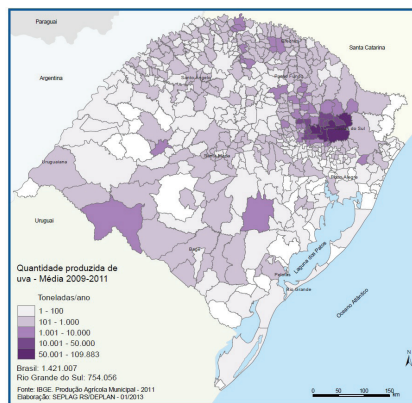
(C)

Figura 1. Distribuição do efetivo de bovinos (A), suínos (B) e aves (C) no Rio Grande do Sul - média do período 2009 a 2011.

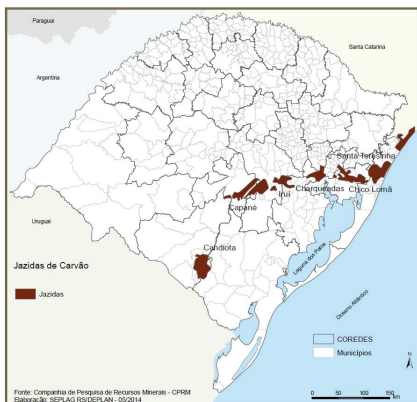
Fonte: : IBGE – Pesquisa Pecuária Municipal 2011. Elaboração: SEPLAG RS/DEPLAN 2013. Disponível em: <http://www.scp.rs.gov.br/atlas/conteudo.asp?cod_menu_filho=819&cod_menu=817&tipo_menu=ECONOMIA&cod_conteudo=1590>.



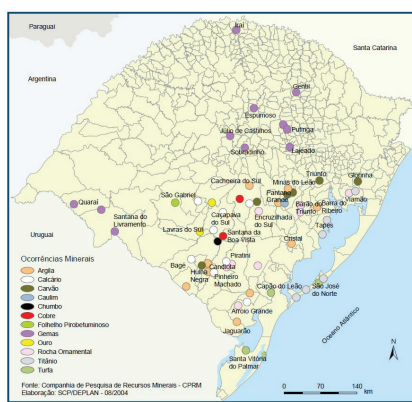
(A)



(B)



(C)



(D)

Figura 2. Distribuição das fontes geradoras de coprodutos do arroz (A), da uva (B), do carvão (C) e outras fontes minerais (D) no Rio Grande do Sul.

Fonte: IBGE – Pesquisa Agrícola Municipal 2011; Companhia de Pesquisa de Recursos minerais - CPRM. Elaboração: SEPLAG RS/DEPLAN 2013; SCP/DEPLAN 2003. Disponível em: < http://www.scp.rs.gov.br/atlas/conteudo.asp?cod_menu_filho=819&cod_menu=817&tipo_menu=ECONOMIA&cod_conteudo=1590 >.

Referências

ABISOLO - Associação Brasileira das Indústrias de Fertilizantes Orgânicos, Organominerais, Foliares, Biofertilizantes, Condicionadores de Solo e Substratos para Plantas. **Plano Biomassa: plano nacional de preservação da biomassa nos solos brasileiros**. São Paulo: ABISOLO, 2009. 28 p.

ABRACAL - Associação Brasileira os Produtores de Calcário Agrícola. **Calcário Agrícola - Produção Brasil**. Porto Alegre: ABRACAL/MAPA, 2011. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/camaras_tematicas/Insumos_agropecuarios/56RO/App_Calc%C3%A1rio_CTIA.pdf>. Acesso em: 14 out. 2011.

ALASKA FISHERIES DEVELOPMENT FOUNDATION. **Composting fish byproduct**. Disponível em: <http://www.afdf.org/wp/wp-content/uploads/composting_fish_byproducts.pdf>. Acesso em: 24 maio 2011.

ANDA - Associação Nacional para Difusão de Adubos. **Anuário Estatístico do Setor de Fertilizantes 2010**. São Paulo: ANDA, 2010. 178 p.

ANDA - Associação Nacional para Difusão de Adubos. **Evolução do consumo aparente total no Brasil 1950 a 2010**. Disponível em: <<http://www.anda.org.br>>. Acesso em: 11 abr. 2011.

ANTHONISEN, D.; SCHIRMER, M.; SILVA, S. D. A.; FREIRE, E. K. Teor de óleo em sementes de mamona de variedades introduzidas na zona sul do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2., 2006, Aracaju. **Cenário atual e perspectivas**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. 100 p.

ANUALPEC 2011. **Anuário da Pecuária Brasileira**. São Paulo: Instituto FNP, 2011. 378 p.

ARCELORMITTAL BRASIL. **O que é coproduto?** Disponível em: <http://www.cst.com.br/produtos/co_produtos/faq/faq.asp>. Acesso em: 13 jan. 2014.

ARVANITOYANNIS, I. S.; KASSAVETI, A. Fish industry waste: treatments, environmental impacts, current and potential uses. **International Journal of Food Science and Technology**, Reino Unido, v. 43, p. 726–745, 2008.

ÁVILA, D. T. **A cultura do tungue (*Aleurites fordii*) no Rio Grande do Sul: caracterização de populações, propagação e desempenho agrônômico**. 2010. 86 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

BAMBERG, A. L.; SILVEIRA, C. A. P.; MARTINAZZO, R.; BERGMANN, M.; GRECCO, M. F.; POTES, M. L. Desempenho agrônômico de fontes minerais e orgânicas de nutrientes para as culturas de milho e trigo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ROCHAGEM, 2., 2013, Poços de Caldas. **Anais...** Visconde do Rio Branco: Suprema, 2013.

BAMBERG, A.; GRECCO, M.; SILVEIRA, C. A. P.; MARTINAZZO, R.; POTES, M. L.; LOUZADA, R. Uso de colunas de lixiviação para a determinação da dinâmica de liberação de nutrientes a partir de rochas moídas. In: WORKSHOP INSUMOS PARA AGRICULTURA

SUSTENTÁVEL, 1., 2012, Pelotas. **Anais... Pelotas: Embrapa Clima Temperado**, 2012. 1 CD-ROM.

BAMBERG, A. L.; SILVEIRA, C. A. P.; POTES, M. L.; PILLON, C. N.; LOUZADA, R. M.; CAMPOS, A. A. Dinâmica de liberação de nutrientes disponibilizados por rochas moídas em colunas de lixiviação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 33., 2011, Uberlândia. **Solos nos biomas brasileiros: sustentabilidade e mudanças climáticas: anais**. [Uberlândia]: SBSC: UFU, ICIAG, 2011. 1 CD-ROM.

BELING, R. R.; VENCATO, A. Z. **Anuário Brasileiro de Aves e Suínos 2011**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2011. 112 p.

BRANCO, P. M. **Pedras Preciosas do Rio Grande do Sul**. Disponível em: <<http://www.paginadogaucha.com.br/geog/pedra.htm>>. Acesso em: 16 nov. 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa N° 46, de 6 de outubro de 2011. **Diário Oficial República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 07 out. 2011a, Seção 1, p. 4.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Projeções do Agronegócio: Brasil 2009/2010 a 2019/2020**. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento/Assessoria de Gestão Estratégica, 2010. 76 p.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Plano Nacional de Mineração 2030**. Disponível em: < http://www.mme.gov.br/sgm/menu/plano_de_mineracao_2030/plano_nacional_2030.html > Acesso em: 21 nov. 2011b.

BRASIL. Portaria n.3 de 12 jun. de 1986. Classifica os calcários agrícolas em função do PRNT. **Diário Oficial República Federativa do**

Brasil, Brasília, DF, 16 jun. 1986, Seção 1, p. 8673.

CAMPOS, L. M. A. S. **Obtenção de extratos de bagaço de uva cabernet sauvignon (Vitis vinifera): parâmetros de processo e modelagem matemática**. 2005. 141 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

CAPELETTO, G. J.; MOURA, G. H. Z. DE. **Balanco Energético do Rio Grande do Sul 2010: ano base 2009**. Porto Alegre: Grupo CEEE/ Secretaria de Infra-Estrutura e Logística do Rio Grande do Sul, 2010. 240 p.

CQFS - Comissão de Química e Fertilidade do Solo. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 10. ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/ Núcleo Regional Sul, 2004. 400 p.

CGTEE - Companhia Geração Térmica Energia Elétrica. Disponível em: <www.cgtee.gov.br/sitenovo/index.php?secao=108>. Acesso em: 26 abr. 2011.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Perfil do setor do açúcar e do álcool no Brasil. Volume 5 - Safra 2011/2012**. Brasília, DF: Companhia Nacional de Abastecimento, 2013. 88 p.

CORDEIRO, G. C.; TOLEDO FILHO, R. D.; FAIRBAIRN, M. R. Caracterização de cinza do bagaço de cana-de-açúcar para emprego como pozolana em materiais cimentícios. **Química Nova**, São Paulo, v. 32, n. 1, p. 82-86, 2009.

CORREIO DO POVO. **Ametista do Sul - Pó de rocha é usado como adubo**. Disponível em: <<http://www.correiodopovo.com.br/Impresso/?Ano=116&Numero=110&Caderno=9&Noticia=246900>>.

Acesso em: 18 jan. 2011.

CRM - Companhia Rigrandense de Mineração. Disponível em: <www.crm.rs.gov.br>. Acesso em: 16 nov. 2011.

CUNHA, J. F.; CASARIN, V.; PROCHNOW, L. I. **Balanço de nutrientes na agricultura brasileira**. Piracicaba: IPNI, 2010. 11 p. (IPNI. Informações Agronômicas, 30)

DELLA, V. P.; KÜHN, I.; HOTZA, D. Caracterização de cinza de casca de arroz para uso como matéria-prima na fabricação de refratários de sílica. **Química Nova**, São Paulo, v. 24, n. 6, p. 778-782, 2001.

DNPM - Departamento Nacional de Produção Mineral. **Anuário Mineral Brasileiro. Parte II - Estatística Unidades da Federação**. Brasília, DF: Departamento Nacional de Produção Mineral, 2006. 337 p.

Embrapa Informática Agropecuária. **Adubação orgânica**. Campinas, 2011. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Adubacao_organica_todos_os_residuosID-zK5Pfrf3wp.pdf>. Acesso em: 23 maio 2011.

FARIA, O. L.; KOETZ, P. R.; SANTOS, M. S.; NUNES, W. A. Remoção de fósforo de efluentes da parboilização de arroz por absorção biológica estimulada em reator em batelada seqüencial (RBS). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 2, p. 309-317, 2006.

FELIPI, C. C.; ZANOTELLI, C. T. **Qualidade do efluente gerado no processo de parboilização de arroz**. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/paraguay5/IIAS08.pdf>>. Acesso em: 4 jul. 2011.

FERNANDES, F. R. C.; LUZ, A. B. DA; CASTILHOS, Z. C. (Ed.). **Agrominerais para o Brasil**. Rio de Janeiro: Centro de Tecnologia Mineral, 2010. 380 p.

FERRARI, V. **A sustentabilidade da vitivinicultura através de seus próprios resíduos**. Bento Gonçalves: Universidade de Caxias do Sul - Campus Universitário da Região dos vinhedos, 2010. Disponível em: <<http://www6.ufrgs.br/agronomia/materiais/userfiles/ArtigoResiduodeuva.pdf>>. Acesso em: 27 jun. 2011.

FIGUEIREDO, J. M. (Ed.). **Guia Técnico Sector da Pedra Natural**. Lisboa: Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação – INETI, 2001. Disponível em: <<http://www.ineti.pt/>>. Acesso em: 29 jun. 2011.

FOLETTTO, E. L.; HOFFMANN, R.; HOFFMANN, R. S.; PORTUGAL Jr., U. L.; JAHN, S. L. Aplicabilidade das cinzas da casca de arroz. **Química Nova**, São Paulo, v. 28, n. 6, p. 1055-1060, 2005.

GIACHINI, C. F.; FERRAZ, M. V. Benefícios da utilização de vinhaça em terras de plantio de cana-de-açúcar - revisão de literatura. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, Garça, ano VII, n. 15, 2009.

GOBBI, A.; GROENWOLD, J. A.; MEDEIROS, M. H. F. Cinza de bagaço de cana-de-açúcar: Contribuição para a sustentabilidade dos materiais de reparo. In: CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE PATOLOGIA E REABILITAÇÃO DE ESTRUTURAS, 6., 2010, Córdoba, Argentina. Disponível em: <www.edutecne.utn.edu.ar/cinpar_2010/.../CINPAR%20126.pdf>. Acesso em: 04 nov. 2011.

GRAÇA, L. R.; CAMPOS, C. H. O. **Análise do aproveitamento econômico do resíduo florestal**. Colombo: Embrapa Florestas, 1986. p. 35-45. (Embrapa Florestas. Boletim, 13). Disponível em: < <http://www.cnpf.embrapa.br/publica/boletim/boletarqv/boletim13/graca.pdf> > Acesso em: 27 jun. 2011.

GRECCO, M.; BAMBERG, A.; POTES, M. L.; LOUZADA, R.; SILVEIRA, C. A. P.; MARTINAZZO, R.; BERGMANN, M. Efeito de rochas moídas sobre a acumulação de nutrientes na parte aérea de plantas de

milho (*Zea mays*) e de aveia-preta (*Avena strigosa*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ROCHAGEM, 2., 2013, Poços de Caldas. **Anais...** Visconde do Rio Branco: Suprema, 2013.

GUERRINI, I. A.; TRIGUEIRO, R. M. Atributos físicos e químicos de substratos compostos por biossólidos e casca de arroz carbonizada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, p. 1069-1076, 2004.

IBGM - Instituto Brasileiro de Gemas e Metais Preciosos. **O setor em grandes números – 2010**. Disponível em: <http://www.ibgm.com.br/admin/_upload/biblioteca/documento/185-REL_2010.pdf>. Acesso em: 16 nov. 2011.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal - Séries Históricas e Estatísticas**. Rio de Janeiro: Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão/ Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010a. Disponível em: <http://seriesestatisticas.ibge.gov.br/lista_tema.aspx?op=0&no=1>. Acesso em: 04 dez. 2013.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal 2010**. Rio de Janeiro: Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão/ IBGE, 2010b. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2010/PAM2010_Publicacao_completa.pdf>. Acesso em: 30 out. 2011.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção da Pecuária Municipal 2010**. Rio de Janeiro: Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão/ Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010c. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/ppm/2010/default.shtm>>. Acesso em: 30 out. 2011.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção da Extração vegetal e da silvicultura 2009**. Rio de Janeiro: Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão/ Instituto Brasileiro de

Geografia e Estatística, 2009. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pevs/2009/default.shtm>>. Acesso em: 24 maio 2011.

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Estatística da Pesca 2007 Brasil – Grandes Regiões e Unidades da Federação**. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/recursos-pesqueiros/documentos/estatistica-pesqueira/>> Acesso em: 20 maio 2011.

KIST, B. B. **Anuário brasileiro do carvão mineral 2010**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2010. 136 p.

KRISTINSSON, H. G.; RASCO, B. A. Fish protein hydrolysates: production, biochemical, and functional properties. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Reino Unido, v. 40, p. 43–81, 2000.

LIMA, R. L. S. de; SEVERINO, L. S.; SAMPAIO, L. R.; FREIRE, M. A. O.; SOFIATTI, V.; BELTRÃO, N. E. M. Combinação de casca e torta de mamona como adubo orgânico para a mamoneira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 3., 2008, Salvador. **Energia e ricinoquímica: anais**. Salvador: SEAGRI: Embrapa Algodão, 2008. Disponível em: <<http://www.seagri.ba.gov.br>>. Acesso em: 23 maio 2011.

LIMA, E. G.; SILVA, D. A. Resíduos gerados em indústrias de móveis de madeira situadas no pólo moveleiro de Arapongas – PR. **Floresta**, Curitiba, v. 35, n. 1, p. 105-116, 2005.

MALAVOLTA, E. Sobre a utilização agrícola do resíduo de cinza de caldeira. In: **Parecer para Cargill Citrus Ltda**. Piracicaba: Centro de Energia Nuclear na Agricultura: USP, 2001. 17 p.

MANZATTO, C. V.; ASSAD, E. D.; BACA, J. F. M.; ZARONI, M. J.; PEREIRA, S. E. M. (Org.). **Zoneamento agroecológico da cana-de-**

açúcar: expandir a produção, preservar a vida, garantir o futuro. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. 55 p.

MARTINS, J. L. **Aproveitamento de cinza de carvão mineral na agricultura**. 2001. 160 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

MAYER, F. D. **Aproveitamento da casca de arroz em uma micro central termoeétrica – avaliação dos impactos econômicos e ambientais para o setor arrozeiro do Rio Grande do Sul**. 2009. 147 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

MBAGRO. **Oferta e demanda de fertilizantes no Brasil:** uma avaliação da dependência externa da agricultura brasileira. 2007. Disponível em: <http://www.abmra.org.br/marketing/insumos/fertilizantes/oferta_demanda_fertilizantes_mbagro.pdf>. Acesso em: 13 abr. 2011.

MELLO, L. M. R. **Vitivinicultura brasileira:** panorama 2011. Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/comunicado/cot115.pdf>>. Acesso em: 06 dez. 2013.

MEZAROBÁ, S.; MENEGUETTI, C. C.; GROFF, A. M. Processos de produção do açúcar de cana e os possíveis reaproveitamentos dos subprodutos e resíduos resultantes do sistema. In: ENCONTRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO AGROINDUSTRIAL, 4., Campo Mourão. [Anais...]. [Campo Mourão: Unespar: FECILCAM, 2010].

NAVA, D. E.; ZANARDI, O. Z.; MELO, M.; SILVA, S. D. A. **Insetos praga e benéficos na cultura do Tungue**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009. 16 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 276).

OLIVEIRA, P. A. V. **Manual de manejo e utilização dos dejetos de**

suínos. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 1993. 188 p. (Embrapa Suínos e Aves. Documentos, 27).

PILLON, C. N. **Nichos e oportunidades para novos insumos agrícolas.** 2006. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2006_3/nichos/index.htm>. Acesso em: 01 nov. 2011.

PINHEIRO, A. C.; GAIDZINSKI, R.; SOUZA, V. P. Utilização da casca de arroz como sorvente alternativo para o tratamento de efluentes da Região Carbonífera Sul Catarinense. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA CETEM, 15., 2007. Rio de Janeiro: Centro de Tecnologia Mineral – CETEM/MCT. Disponível em: <http://www.cetem.gov.br/publicacao/serie_anais_XV_jic_2007/Alexandre_Clemente_Roberta_Gaizinskil.pdf>. Acesso em: 23 maio 2011.

RESENDE, A. S.; SANTOS, A.; XAVIER, R. P.; COELHO, C. H.; GONDIM, A.; OLIVEIRA O. C.; ALVES, B. J. R.; BODDEY, R. M.; URQUIAGA, S. Efeito da queima da palhada da cana-de-açúcar e de aplicações de vinhaça e adubo nitrogenado em características tecnológicas da cultura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 30, p. 937-941, 2006.

RIBES, R. P.; BUSS, R. R.; LAZARI, R.; POTES, M. L.; BAMBERG, A. L. Efeito de rochas moídas sobre a concentração de macronutrientes na parte aérea de plantas de milho In: WORKSHOP INSUMOS PARA AGRICULTURA SUSTENTÁVEL, 1., 2012. **Anais...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2012.

RODRIGUES, A. F. S.; FONSECA, D. S.; PARAHYBA, M. H. R. E.; CAVALCANTE, V. M. M. Agrominerais: Recursos e Reservas. In: FERNANDES, F. R. C.; LUZ, A. B.; CASTILHOS, Z. C. (Ed.). **Agrominerais para o Brasil.** Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2010. p. 23-44.

RODRIGUES, N. **Peles e couro do pescado do Amazonas abrem**

oportunidade de negócios. Manaus: Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, 2010. Disponível em: <<http://pib.socioambiental.org/pt/noticias?id=89590>>. Acesso em: 10 jun. 2011.

ROSSETO, A. J. Utilização agronômica dos subprodutos e resíduos da indústria açucareira e alcooleira. In: PARANHOS, S. B. (Ed.). **Cana-de-açúcar: cultivo e utilização.** Campinas: Fundação Cargill, 1987. v. 2. p. 453-504.

ROSSETO, R.; SANTIAGO, A. D. **Árvore do conhecimento Cana-de-açúcar.** Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_39_711200516717.html>. Acesso em: 06 dez. 2013.

SABALSAGARAY, B. S. **Levantamento de produção de resíduos agroindustriais e seu potencial de utilização na indústria da construção.** 1998. 149 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

SABEDOT, S.; SUNDSTRON M. G.; BÖER, S. C.; SAMPAIO, C. H.; DIAS, R. G. O.; RAMOS, C. G. Caracterização e aproveitamento de cinzas da combustão de carvão mineral geradas em usinas termelétricas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CARVÃO MINERAL, 3., 2011. Gramado: Associação Brasileira do Carvão Mineral, Rede Carvão. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/rede_carvao/Sess%C3%B5es_B4_B5_B6/B6_ARTIGO_01.pdf>. Acesso em: 06 dez. 2013.

SANTOS, N. F. dos. **Processamento, caracterização química e nutricional da silagem biológica de resíduos de pescado para uso em alimentação animal.** 2000. 84 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

SCHNEIDER, V. E.; HILLIG, É.; PAVONI, E. T.; RIZZON, M. R.; BERTOTTO

FILHO, L. A. Gerenciamento ambiental na indústria moveleira – estudo de caso no município de Bento Gonçalves. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 23., 2003, Ouro Preto. [Ouro Preto: UFOP, UFJF, UFV, UNIMINAS, UNIFEI, 2003]. Disponível em: <www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGETP2003_TR1004_1263.pdf>. Acesso em: 16 nov. 2011.

SCHNEIDER, V. E.; PERESIN, D.; TRENTIN, A. C.; BORTOLIN, T. A.; SAMBUICHI, R. H. R. **Diagnóstico dos Resíduos Orgânicos do Setor Agrossilvopastoril e Agroindústrias Associadas**: Relatório de Pesquisa. Brasília, DF: IPEA, 2012. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/120917_relatorio_residuos_organicos.pdf>. Acesso em: 02 dez. 2013.

SEVERINO, L. S.; LIMA, R. L. S.; ALBUQUERQUE, R. C.; BELTRÃO, N. E. M.; SILVA, M. I. L. **Casca e torta de mamona avaliadas em vasos como fertilizantes orgânicos**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2007. (Embrapa Algodão. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 83.).

SILVA, W. A. da; BELTRÃO, N. E. M. de; SANTOS, J. W. dos; LIMA, R. L. S. de; COSTA, F. B.; PEREIRA, H. T. R.; CARVALHO Jr., G. S. Utilização de casca, torta de mamona e fosfato natural na fertilização de plantas de mamoneira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 4., SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS ENERGÉTICAS, 1., 2010. João Pessoa. **Inclusão social e energia**: anais. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2010. Disponível em: <<http://www.cbmamona.com.br/pdfs/FER-76.pdf>>. Acesso em: 23 maio 2011.

SILVA, S. D. A.; EICHOLZ, E. D.; CASAGRANDE JUNIOR, J. G.; AIRES, R. F. **Produção de mamona na Serra Sudeste, RS**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009. 36 p. (Embrapa Clima Temperado. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 99).

SILVA, V. L. M. M.; GOMES, W. C. O.; ALSINA, L. S. Utilização do

bagaço de cana-de-açúcar como biomassa adsorvente na adsorção de poluentes orgânicos. **Revista eletrônica de materiais e processos**, v. 2, n. 1, p. 27-32, 2007.

SILVEIRA, C. A. P. Experiências da Embrapa Clima Temperado com agrominerais em diferentes sistemas de produção. In: WORKSHOP INSUMOS PARA AGRICULTURA SUSTENTÁVEL, 1., 2012, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2012. 1 CD-ROM.

VIDOTTI, R. M.; GONÇALVES, G. S. **Produção e caracterização de silagem, farinha e óleo de tilápia e sua utilização na alimentação animal**. São José do Rio Preto: Instituto de Pesca, 2006. Disponível em: <www.pesca.sp.gov.br>. Acesso em: 24 maio 2011.

VIEIRA, G. D'A.; CASTILHOS, D. D.; CASTILHOS, R. M. V. Atributos do solo e crescimento do milho decorrentes da adição de lodo anaeróbio da estação de tratamento de efluentes da parboilização do arroz. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 35, n. 2, p. 535-542, 2011.



Clima Temperado

Ministério da
**Agricultura, Pecuária
e Abastecimento**

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PÁTRIA EDUCADORA

CGPE 11779